Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Anatomisch-physiologische Untersuchungen über die Spermatophore von *Liogryllus campestris* L.

Von

Prof. a. D. Dr. J. Regen, Wien

(Mit 1 Tafel)

(Vorgelegt in der Sitzung am 8. Mai 1924)

Vorwort.

Als ich im Jahre 1910 feststellte[1], daß die Spermatophorendrüsen kastrierter Männchen von *Liogryllus campestris* L. (= *Gryllus campestris* L.) die Spermatophoren noch weiter erzeugten, und beobachtete, daß diese von den Weibchen bei ihrer Paarung mit kastrierten Männchen ebenso angenommen wurden wie jene normaler Männchen, erachtete ich es für dringend notwendig, den Bau der Spermatophore und deren Funktion einer genaueren Untersuchung zu unterziehen. Mein Lehrberuf ließ mir jedoch wenig freie Zeit übrig und so schritt die Arbeit nur langsam vorwärts. Überdies stellten sich diesen Untersuchungen nach und nach immer größere Schwierigkeiten entgegen. Ich legte daher diese Arbeit für eine günstigere Zeit zurück und wandte meine Aufmerksamkeit anderen Fragen zu.

Bei einer im Jahre 1922 gelegentlich vorgenommenen Durchsicht der seinerzeit von Spermatophoren angefertigten Dünnschnitte wurde das alte Interesse für diese Frage wieder rege. Zwar sind unterdessen mehrere Abhandlungen über diesen Gegenstand erschienen, aber diese berücksichtigen ebenso wie die älteren diesbezüglichen Arbeiten hauptsächlich nur die äußere Form der Spermatophore. Aber auch hierin weichen die einzelnen Darstellungen bedeutend voneinander ab. Über den Verschluß der Spermatophore von *Liogryllus campestris* L. liegt bis jetzt kein Bericht vor. Trotz der übereinstimmenden Feststellungen der Unbeweglichkeit der Spermien ist die Frage, auf welche Weise diese aus der Spermatophore gelangen, immer noch unbeantwortet. Von einem Druckkörper und einer wasserreichen Wandschichte der Spermatophore ist bisher so gut wie nichts bekannt.

Die Fortführung meiner diesbezüglichen Untersuchungen schien daher wünschenswert und so wurden sie denn im Jahre 1922 wieder aufgenommen. Über die dabei bisher gewonnenen Ergebnisse will ich in der vorliegenden Mitteilung vorläufig nur kurz berichten und behalte mir vor, in der abschließenden Arbeit auch auf die Literatur näher einzugehen.

---

[1] Regen J., Kastration und ihre Folgeerscheinungen bei *Gryllus campestris* L. Zool. Anz., Bd. XXXV, Nr. 14/15, 1910.

Ein Teil der Untersuchungen konnte von mir im physiologischen Institut der Universität in Wien durchgeführt werden, wofür ich dem Herrn Vorstand Hofrat Prof. Dr. Arnold Durig und dem Herrn Prof. Dr. Walter Kolmer verbindlichst danke.

Meinem Freunde, Herrn Dr. Wilhelm Gutmann, durch dessen Unterstützung es mir ermöglicht wurde, meine Arbeiten auch während der Ferien ungehindert fortzusetzen, möchte ich an dieser Stelle meinen herzlichsten Dank zum Ausdrucke bringen.

I. Bau und Funktion der Spermatophore.

Die Spermatophore von *Liogryllus campestris* L. gliedert sich, wie aus der Figur ersichtlich ist, äußerlich in drei Teile[1]. Diese sind:

1. die Kapsel *AB*,
2. die Spermaröhre *BCD* mit dem Verschluß *D* und
3. der Befestigungsapparat *BCEF*.

Die eingeschnürte Stelle bei *B* wird als Hals bezeichnet

Die Größenverhältnisse schwanken bei den einzelnen Spermatophoren ganz beträchtlich. Die Dimensionen einer gut entwickelten Spermatophore eines großen Männchens betragen etwa: $AB = 2 \cdot 3$ *mm*, größter Querdurchmesser der Kapsel in der Richtung $bH = 1 \cdot 4$ *mm*, $BC = 1 \cdot 3$ *mm*, $CD = 2 \cdot 5$ *mm*, äußerer Durchmesser der Spermaröhre in der Nähe des Verschlusses $= 0 \cdot 005$ *mm*, innerer Durchmesser derselben an der gleichen Stelle $= 0 \cdot 002$ *mm*.

Die Figur zeigt die Spermatophore in der natürlichen Orientierung. Das Sperma bewegt sich bei der Entleerung von hinten nach vorne, also in der Richtung von *A* nach *B*.

Bezüglich der einzelnen Teile wäre folgendes zu bemerken:

1. Die Kapsel hat die Gestalt eines Bologneser Fläschchens. Der Hohlraum der Kapsel, die Kammer, wird von einer auffallend starken Wand *abc* umschlossen. In der Wand befindet sich ein von einer schleimigen, wasserhältigen Masse erfüllter Zwischenraum, der bis auf zwei in der Sagittalebene liegende, schmale, kurze Verstärkungsstreifen[3] die ganze Wand durchsetzt. Durch diesen Zwischenraum wird die Wand in drei Schichten, *a*, *b* und zerlegt.

Die äußere Schichte *a* erscheint als dünne Membran, welche die Kapsel von außen schützend umgibt.

---

[1] Bezüglich der äußeren Gliederung der Spermatophore stimmt diese Darstellung mit jener der anderen Autoren, die diesen Gegenstand behandelt haben, überein. Die einzelnen Teile werden jedoch abweichend dargestellt. Ich verweise diesbezüglich namentlich auf Lespés, Baumgartner und Gerhardt.

[2] Hinsichtlich der verschiedenen Nomenklatur verweise ich auf Boldyrev (4).

[3] In der Figur nicht eingezeichnet.

Die mittlere Schichte *b* wird nach außen von *a*, nach innen von *c* begrenzt. Sie ist sehr wasserreich und beherbergt auf diese Weise den erforderlichen Wasservorrat für die quellende Substanz.

Die innere Schichte *c* fällt wegen ihrer außerordentlich starken Verdickung besonders in die Augen. Sie ist sehr fest, dicht und spröde und hat als eigentliche Kapselwand die Aufgabe, dem in der Kammer herrschenden Druck ein festes Hindernis entgegenzusetzen. Sie besitzt die Eigenschaft, wohl Wasser, nicht aber die quellende Substanz durchzulassen, ist also semipermeabel.

Von den drei Schichten der Wand, *a*, *b* und *c*, ist die letzte die wichtigste. Bekommt nämlich diese während der Entleerung der Spermatophore an irgendeiner Stelle den geringsten klaffenden Sprung, so hört in demselben Augenblicke die weitere Entleerung auf, nicht aber, wenn *a* oder *a* und *b* gleichzeitig beschädigt werden.

Bei *A* befindet sich der Abschlußkegel der Spermatophore. In diesem und in seiner nächsten Umgebung sind in der Regel bald einzelne Spermien, bald ganze Büschel derselben eingeschlossen. Es scheint, daß die Spermien an dieser Stelle zu einer Zeit, in welcher die Spermatophorenwand noch weich und nach hinten zu noch nicht geschlossen ist, in die Kammer gelangen.

Die Kammer variiert, was ihre Form anbelangt, ziemlich bedeutend. Namentlich erscheint sie öfter in ihrer Längsrichtung mehr gestreckt und gleichzeitig entsprechend schmäler. Nicht selten kann man eine, manchmal auch zwei oder mehrere Ausbuchtungen beobachten, die von der Kammer ausgehen und sich in der angrenzenden Wandschichte *c* ausbreiten. Die Kammer wird durch ein membranähnliches Gebilde in zwei Abschnitte geschieden, die jedoch voneinander nicht streng abgeschlossen sind. Den vorderen Abschnitt nehmen hauptsächlich die Spermien *S* und die Zwischensubstanz *H*, den hinteren die Hauptmasse des Druckkörpers *G* ein. Ein Teil desselben umgibt hüllenartig im vorderen Abschnitt der Kammer die Zwischensubstanz und die Spermien.

Die Spermien sind zu losen Strähnen, die eine spiralförmige Anordnung zeigen, vereinigt.

Als Zwischensubstanz bezeichne ich alle jene Stoffe und Gebilde, die sowohl zwischen den Spermien als auch im Raume zwischen diesen und dem Druckkörper auftreten. In diesem Raume befindet sich die Hauptmasse der Zwischensubstanz. Sie besteht hauptsächlich aus Körnchen verschiedener Art[1].

Der Druckkörper stellt die quellende Substanz dar. Die Hauptmasse desselben besteht aus zwei Hälften, die zur Sagittalebene

---

[1] Lespés (8) beobachtete bei *Gryllus domesticus* L. in der unteren Hälfte des Testikels, im Ausführungsgange und in der Spermatophorenkapsel kleine rundliche Körper in großer Zahl.

symmetrisch gelagert sind. Der in dieser Ebene liegende Teil des oben genannten membranösen Gebildes scheidet die rechte Hälfte des Druckkörpers von der linken. An ganz jungen Spermatophoren, besonders solange sie noch weich sind und mit dem Deckglase behufs leichterer Beobachtung entsprechend zusammengedrückt werden können, konnte ich bei der Betrachtung des Druckkörpers von der Dorsalseite aus mitunter wahrnehmen, daß jede Hälfte desselben aus zwei Teilen zusammengesetzt ist. Der eine nach außen an der Kapselwand liegende erschien im durchfallenden Lichte weiß und beinahe homogen, der andere nach innen in der Nähe der Sagittalebene gelegene gelblich und ungleichartig. Der erste übertraf den zweiten an Rauminhalt ganz bedeutend. An Dünnschnitten von älteren Spermatophoren — nur von solchen konnten die Schnitte bisher angefertigt werden — war jedoch ein Unterschied dieser Teile zumeist nicht feststellbar. Nur bei einem mit Hämatoxylin und Eosin gefärbten Präparat färbte sich je ein schmaler, in der Nähe der Sagittalebene gelegener Streifen der beiden Hälften des Druckkörpers intensiver blau als die übrige Masse. Das stärker gefärbte Gerinsel erschien engmaschiger als das übrige. In der Figur konnten diese noch nicht aufgeklärten Verhältnisse keine Berücksichtigung finden.

Das genannte membranartige Gebilde, durch welches bei gefüllter Spermatophore einesteils der vordere Abschnitt der Kammer von dem hinteren getrennt, andernteils der Druckkörper in eine rechte und eine linke Hälfte geschieden wird, verändert während der Entleerung seine Lage und sein Aussehen. Die angedeuteten Abgrenzungen haben also gewissermaßen einen labilen, veränderlichen Charakter.

Der Druckkörper ist ein hydrophiles Kolloid. Durch sein Bestreben, Wasser aufzunehmen und aufzuquellen, und durch den Widerstand der semipermeablen Wandschichte entsteht der Druck in der Spermatophore. Solange diese jedoch verschlossen ist, kann sich der Quellungsvorgang nur solange und soweit abspielen, bis entsprechend dem Druck, unter dem das quellende Kolloid seitens der Kapselwand gehalten wird, ein gewisser Gleichgewichtszustand erreicht ist. Sobald aber der Verschluß entfernt oder die Spermaröhre an irgendeiner Stelle durchschnitten wird, tritt augenblicklich ein Umschlag dieses Gleichgewichtszustandes ein und der Quellungsvorgang läuft weiter. Der Druckkörper gerät dabei in äußerst lebhafte Strömung und wird durch den von ihm selbst erzeugten Druck als eine leicht bewegliche Flüssigkeit aus der Spermatophore hinausgetrieben.

Die Fortschaffung des Inhalts der Spermatophore nach außen geschieht durch Strömung infolge von Quellungsdruck. Die jeweils in der Nähe des Ausführungsganges befindlichen Spermien, beziehungsweise Teile der Zwischensubstanz werden nach und nach vom ausströmenden Druckkörper erfaßt, mitgerissen und in Wirbeln hinausgetrieben, während die Hauptmasse der weiter hinten

liegenden Teile der genannten Gebilde in dem Maße, als am Ausgange der Kammer der Abtransport erfolgt, hinten nachgedrückt wird. In dem Maße nämlich, wie die Entleerung der Kammer fortschreitet, vergrößert sich der Druckkörper infolge seiner Quellung. Da der zu überwindende Widerstand infolge der ungemein engen Spermaröhre sehr groß ist, bleibt der Druck beinahe konstant.

Durch die früher erwähnten membranähnlichen Abgrenzungen scheint der Strom stets so gelenkt zu werden, daß ein einfaches Drücken der im vorderen Teil der Kammer befindlichen Stoffe gegen den Ausführungsgang verhindert und so ein Verstopfen der engen Spermaröhre hintangehalten wird.

Dem Druck entsprechend ist auch die Ausflußgeschwindigkeit auffallend konstant. Erst gegen Ende der Entleerung, wenn die Spermien schon längst nach außen befördert worden sind, findet eine Verminderung der Geschwindigkeit statt.

Die Räume, die einerseits vom Druckkörper, andrerseits von den Spermien und der Zwischensubstanz eingenommen werden, sind einander annähernd gleich. Da die Hauptmasse der Spermien ganz vorne in der Kammer gelagert ist und daher beim Abtransport aus der Spermatophore zuerst an die Reihe kommt, ist die Beförderung des Zeugungsproduktes an seinen Bestimmungsort auch für jene Fälle gesichert, in denen der Druckkörper nicht auf der Höhe seiner Leistungsfähigkeit stehen sollte. Solche Fälle gehören jedoch, wie die Beobachtungen gezeigt haben, zu den seltenen Ausnahmen.

Der Druck in der Spermatophore entsteht erst dann, wenn deren Wand erstarrt und widerstandsfähig geworden ist.

Die genauere Feststellung der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Druckkörpers bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.

2. Die Spermaröhre stellt eine sehr enge, auffallend dickwandige Röhre dar, an der zwei Abschnitte unterschieden werden können: ein an die Kapsel anschließender hinterer dickerer Teil *BC* und ein vorderer dünnerer, fadenförmiger *CD*. Der erstere ist in der Nähe des Halses vom Befestigungsapparat ganz umschlossen. In seinem weiteren Verlaufe gegen *C* hin wird er aber nur mehr von einem gallertartigen Körper in einer ventral gelegenen Rinne des Befestigungsapparates festgehalten. Der zweite, fadenförmige Teil ist bei einer dem Männchen abgenommenen Spermatophore in einer klebrigen, schleimigen Masse[1] am mittleren Haken des Befestigungsapparates eingebettet und in der Regel mannigfaltig zusammengekrümmt. Manchmal nimmt er die in der Figur angedeutete Lage ein. Beim Weibchen liegt dieser Teil der Spermaröhre nach der Begattung in der Vagina wohl nach vorne ausgestreckt, vorausgesetzt, daß bei der Begattung die Übernahme der Spermatophore gelungen ist.

---

[1] In der Figur nicht eingezeichnet.

In seltenen Fällen wurde an dem vorderen Abschnitte der Spermaröhre, und zwar auf der dem Befestigungsapparate zugekehrten Seite, ein membranöser Saum festgestellt. Dieser war an der am stärksten entwickelten Stelle fast so breit wie der doppelte äußere Durchmesser des daselbst sich befindenden Röhrenabschnittes. Gegen das Ende der Spermaröhre wurde er allmählich immer schmäler und endete schließlich, ohne an den Verschluß heranzureichen.

Am Ende der Spermaröhre befindet sich der Verschluß. Er hat die Form eines kurzen, gegen das freie Ende hin sich verjüngenden, röhrenförmigen Ansatzes, der in eine geschlossene Spitze ausläuft Von der Spermaröhre unterscheidet sich der Verschluß dadurch, daß ihre Wand gelblich, seine hingegen weiß ist. Die Wand der Spermaröhre ist ferner dickwandig, fest und spröde, jene des Verschlusses hingegen dünner, beträchtlich dehnbar und ziemlich elastisch. Besonders auffallend erscheint aber der Verschluß in jenen selteneren Fällen, wo er infolge des in der Spermatophore herrschenden Druckes kolbenförmig aufgebläht ist.

Der Sachlage nach ist der Verschluß wohl als die weich gebliebene Spitze der Spermaröhre aufzufassen.

Da die Spermatophore bei der Paarung dem Weibchen im verschlossenen Zustand übergeben wird, entsteht die Frage, wie der Verschluß entfernt werde, um dem Weibchen die Aufnahme der Genitalzellen des Männchens zu ermöglichen. Dies geschieht nun einfach in der Weise, daß der Verschluß in der Vagina teilweise oder ganz aufgelöst wird. Die Auflösung vollzieht sich manchmal fast augenblicklich. Ob das gewöhnliche Vaginalsekret diese bewirkt, oder ob eine besondere Substanz erst eigens zu diesem Zwecke bei der Begattung in der Vagina abgesondert wird, werden weitere Untersuchungen zeigen.

Wird die Spermatophore dem Männchen gewaltsam abgenommen, so reißt dabei der Verschluß sehr leicht ab.

3. Der Befestigungsapparat erinnert in seiner äußeren Form einigermaßen an einen Anker. Der vordere Teil desselben wird von drei dorsalwärts gekrümmten, nach hinten, also gegen die Kapsel zu gerichteten Haken gebildet, von denen der mittlere (bei *F*) mehr flach und in der Regel länger ist als die beiden seitlichen, die zumeist in eine ziemlich gut ausgeprägte kurze Spitze auslaufen. Der hintere, der Kapsel anliegende Teil des Befestigungsapparates besteht aus zwei aufrecht stehenden, nach rechts und links ausbiegenden, hakenähnlichen Gebilden, an deren hinterer Seite hie und da je ein zahnförmiger Vorsprung auftritt. Alle diese Fortsätze sind nach hinten gerichtet. Ein System von vorspringenden Leisten verbindet die beiden seitlichen vorderen Haken mit den hinteren und diese wieder mit dem Hals der Spermatophore. In der Figur sind einige von den genannten Leisten am mittleren Teile des Befestigungsapparates zwischen *E* und *C* angedeutet.

Es muß jedoch ausdrücklich bemerkt werden, daß sowohl die vorderen als auch die hinteren hakenähnlichen Gebilde in der

Form und Größe stark variieren. Die beiden vorderen, seitlichen Haken sind bei manchen Spermatophoren stark verkümmert.

Mit Hilfe dieses Apparates ist die Spermatophore im Endabschnitt des männlichen Ausführungsganges derart stark befestigt, daß es ziemlich schwer gelingt, diese dem Männchen, ohne sie zu verletzen, abzunehmen.

Dem Weibchen dient der Befestigungsapparat zunächst als Griff, an dem die Spermatophore bei der Übernahme von der Vulva erfaßt wird. Dann aber ermöglicht dieser Apparat auch die Befestigung der Spermatophore im Endabschnitte des weiblichen Genitalganges während der Zeit, in der das Sperma aus der Spermatophore entleert wird. Zum Unterschiede vom Männchen, in dessen Ausführungsgang der ganze Befestigungsapparat verankert ist, kommt beim Weibchen beim Erfassen der Spermatophore nur der vordere Teil dieses Apparates in die Vagina, während der hintere außerhalb der Genitalöffnung verbleibt. In den bogenförmig vertieften, mittleren Teil des Befestigungsapparates kommen die beiden in der Medianebene zusammenstoßenden Wülste der Vulva zu liegen[1].

Die Spermatophore ist nach der Übergabe an das Weibchen bei diesem in der gleichen Weise orientiert wie beim Männchen.

Die Spermatophoren kastrierter Männchen gleichen in der äußeren Gliederung jenen normaler Männchen vollkommen und können daher von den Weibchen wie normale Spermatophoren übernommen werden. Da ferner auch der Druckkörper, den jene beherbergen, normal entwickelt ist, so findet nach der Übernahme derselben durch die Weibchen auch eine Entleerung statt. Hierbei wird durch den ausströmenden Druckkörper natürlich nur die Zwischensubstanz nach außen befördert.

Die fehlenden Spermien werden nicht durch Zwischensubstanz in der Weise etwa ersetzt, daß der Raum, den normalerweise die Spermien einnehmen, von einer entsprechenden Menge der genannten Substanz ausgefüllt würde. Ebensowenig findet eine Vergrößerung des Druckkörpers auf Kosten der fehlenden Spermien statt. Beides würde bei jeder einzelnen Spermatophore eine Vermehrung der genannten Stoffe über das normale Maß hinaus zur Voraussetzung haben. Der Ausfall der Spermien zieht vielmehr eine Änderung des Rauminhaltes der Kammer insofern nach sich, als eine entsprechende Verkleinerung des vorderen Abschnittes derselben Platz greift. Die Spermatophoren kastrierter Männchen erscheinen somit bei genauerer Betrachtung etwas verkümmert.

Auch einzelne Spermatophoren normaler Männchen, namentlich dann, wenn diese schon altersschwach geworden sind, enthalten manchmal keine Spermien.

---

[1] Jensen (6) berichtet, daß die Spermatophore von *Gryllus pennsylvanicus* Burm. an einem handgriffähnlichen Teile hängt, der fünf seitliche Haken, drei vorne und zwei rückwärts, besitzt.

II. Weitere Beobachtungen.

Außerhalb des männlichen Körpers bleiben mit dem Verschluß versehene Spermatophoren unter günstigen Bedingungen tagelang funktionsfähig. Die äußerste bis jetzt beobachtete Grenze betrug 17 Tage.

Legt man eine unversehrte Spermatophore in Wasser von Zimmertemperatur und stellt im Mikroskop den Verschluß ein, so kann man folgendes beobachten[1]

1. Die klebrige, schleimige, den Verschluß umgebende Substanz lockert sich und die Wand des Verschlusses zerreißt. Dies geschieht entweder sofort oder erst nach einiger Zeit. Im letzteren Falle vollzieht sich das Zerreißen bisweilen unter höchst auffallenden Erscheinungen. Der Verschluß bläht sich dabei bald kolbenähnlich, bald beinahe kugelförmig auf. Die Auftreibung ändert entweder allmählich oder plötzlich ihre Gestalt. Die Spitze des Verschlusses bewegt sich bald langsam, bald lebhaft hin und her. In dem Augenblick, in welchem die Wand des Verschlusses zerreißt, verschwindet die Blähung beinahe gänzlich.

In jenen selteneren Fällen, in denen der in der Spermatophore herrschende Druck zu klein ist, um den Verschluß zum Zerreißen zu bringen, kann man die Entleerung herbeiführen, indem man den Verschluß mit einem geeigneten Werkzeug entfernt oder die Spermaröhre an irgend einer Stelle durchschneidet[2].

2. Wird die Spermaröhre auf die eine oder die andere Weise geöffnet, so beginnt sich die Spermatophore je nach der Größe des inneren Druckes mehr oder weniger stürmisch zu entleeren.

Zunächst kommt in der Regel eine weiße Substanz, zumeist in Form von kleinen rundlichen Körperchen, zum Vorschein. Dann schießt aus der Mündung ein Strahl von Spermien hervor. Die Spermaröhre erzittert unter der Wucht des Anpralles der ankommenden Spermien. Da die hervorbrechenden Massen ihre Richtung stets sehr rasch ändern, bemerkt das Auge des Beobachters an der Ausflußöffnung nicht immer einen einfachen Strahl, sondern oft ein dichtes Strahlenbüschel, das sich von der Mündung der Spermaröhre aus kegelförmig ausbreitet. An der Basis dieses Kegels bilden sich bald ganze Wolken von ausgestoßenen Stoffen, die, sich allmählich ausbreitend, nach und nach in die Tiefe sinken. Über die der Mündung gegenüber sich stauenden, vorwiegend nach vorne ausgeworfenen Massen hinaus werden von Zeit zu Zeit

---

[1] Über die Entleerung der Spermatophore liegen nur ganz kurze Berichte vor. Lespés (8) sah das Sperma am Ende der »Lamelle« ausfließen. Baumgartner (1) stellte fest, daß durch das Ende des »Fadens« nach dem Sperma eine gewisse Flüssigkeitsmenge mit kleinen Körnchen herausfloß. Gerhardt (5) beobachtete, daß aus der Spitze des »Fadens« das Sperma in dicken Wolken hervorquoll. Hierbei möchte ich bemerken, daß die »Lamelle« dem Befestigungsapparat, der »Faden« der Spermaröhre entspricht.

[2] Fälle, in denen die Entleerung nach Durchschneidung der Spermaröhre gänzlich ausblieb, wurden selten beobachtet.

einzelne Schwaden von Spermien auffallenderweise plötzlich stark seitwärts, bald nach rechts, bald nach links, geschleudert. Die Achse des Spermastrahles ändert nämlich rasch fortschreitend ihre Stellung, indem sie bald in dem einen, bald in dem anderen Drehungssinne annähernd eine Kegelfläche beschreibt. Das erwähnte, in unregelmäßigen Intervallen auftretende seitliche Hinausschleudern von Spermien ist nun eine Erscheinung, die durch die plötzliche Umkehrung der Drehungsrichtung des Spermastrahles hervorgerufen wird. Wird die Spermaröhre vorübergehend verstopft, so vergrößert sich der Druck und die die glatte Ausströmung hindernden Gebilde werden mit verstärkter Kraft hervorgestoßen. Die Entleerung geht in diesem Falle stoßweise vor sich.

3. Nach etwa 20 Minuten beginnt das Ausströmen der Zwischensubstanz, die, wie erwähnt, aus verschiedenen rundlichen Körperchen besteht. Die durch ihre große Menge am meisten auffällige Art dieser Körnchen erscheint im durchfallenden Lichte bald weiß, bald wieder gelblich, bald beinahe schwarz, dies letztere aber namentlich dann, wenn sie in dichten Haufen hinausbefördert werden. Unter der großen Zahl dieser kleinen und kleinsten Körnchen bemerkt man einzelne, die durch ihre Größe und ihre starke Lichtbrechung hervortreten. Andere Gruppen von Körnchen fallen wieder dadurch auf, daß sie lebhafte Brown'sche Molekularbewegung zeigen[1]; sie treten bald in größerer, bald in kleinerer Zahl auf.

Nach einiger Zeit kommen in der Regel wieder einzelne Schwaden von Spermien und solche von Körnchen zum Vorschein, oder aber es beginnt sofort eine blendend weiße Masse hervorzuquellen.

4. Dies ist der Druckkörper. Dieser strömt, wie aus der früher gegebenen Beschreibung desselben erhellt, während der ganzen Zeit, so lange die Entleerung andauert, aus der Spermatophore. Er fällt jedoch bei der Beobachtung erst dann auf, wenn er, von Sperma und Zwischensubstanz getrennt, in kleineren oder größeren Mengen austritt. Er erscheint dann in der Regel nicht ganz homogen. Man glaubt vielmehr, namentlich wenn er in dicht gedrängten Massen hervorquillt und die Entleerung sich in Wasser abspielt[2], einen äußerst zart granulierten Körper vor sich zu haben. Jeder Versuch jedoch, die einzelnen rundlichen, undeutlich begrenzten Gebilde scharf einzustellen, schlägt fehl.

Während der Zeit, in welcher der Druckkörper mit dem Sperma oder mit der Zwischensubstanz gleichzeitig aus der Spermatophore austritt, entzieht er sich sehr leicht der Beobachtung und Feststellung.

5. Gegen Schluß der Entleerung, manchmal aber auch schon während derselben, kann man hie und da an der Mündung der Spermaröhre ein höchst sonderbares Phänomen beobachten, indem

---

[1] Lespés (8) beobachtete solche Körperchen bei *Gryllus domesticus* L.

[2] Die Beobachtungen über die Entleerung, wie sie im Alkohol, Benzin, Chloroform, Glyzerin, Terpineol usw. vor sich geht, werden in der definitiven Arbeit mitgeteilt werden.

sozusagen eine weiße Flamme oder eine flackernde weiße Fackel zum Vorschein kommt. Es sind dies besonders leicht bewegliche Teile des Druckkörpers. Diese Erscheinung verschwindet jedoch, falls sie während der Entleerung auftritt, schon nach kurzer Zeit. Gegen den Schluß der Entleerung hingegen dauert sie längere Zeit an, wird immer kleiner und kleiner, bis schließlich nur noch ein heller, von der Mündung aus strahlender Punkt bei starker Abblendung des Gesichtsfeldes sichtbar bleibt. Endlich verschwindet auch dieser.

Bei erlöschender Quellung, wenn sie sich stoßweise abspielt, erscheinen jene leicht beweglichen Teile des Druckkörpers als weiße, kugelförmige, von der Umgebung kaum zu unterscheidende Gebilde, die an der Mündung von Zeit zu Zeit plötzlich zum Vorschein kommen und im Wasser rasch verschwinden.

Die Dauer der Entleerung beträgt im Wasser durchschnittlich etwa 35 Minuten. Bei Spermatophoren kastrierter Männchen ist sie kürzer.

III. Versuche.

Auf einen Objektträger, in den zwei kleine Vertiefungen dicht nebeneinander eingeschliffen sind, wird die Spermatophore so gelegt, daß in die eine Vertiefung die Kapsel, in die andere die Spermaröhre zu liegen kommt. Der Befestigungsapparat kann bei diesen Versuchen auch fehlen. Der Hals der Spermatophore, der auf die schmale, die beiden Vertiefungen trennende Scheidewand zu liegen kommt, wird derart abgedichtet[1], daß eine in der einen Vertiefung sich befindende Flüssigkeit nicht in die andere gelangen kann. Die Mündung der Spermaröhre befindet sich bei allen hier mitgeteilten Versuchen stets im Wasser. Die Spermatophore wird zu Beginn eines jeden Versuches durch Abschneiden des Verschlusses geöffnet.

1. Die äußere Wandschichte einer Spermatophore, deren Kapsel von Luft umgeben ist, wird an möglichst vielen Stellen zerrissen. Die Spermatophore entleert sich.

2. Die äußere und die mittlere Wandschichte einer Spermatophore werden von der Spitze des Abschlußkegels bis gegen die Mitte der Kapsel auf einer Unterlage von Filtrierpapier entfernt, so daß die an der Bildung des Abschlußkegels beteiligte innere Wandschichte an dieser Stelle freigelegt wird. Die Kapsel ist zu Beginn des Versuches von Luft umgeben.

Die Spermatophore beginnt sich ganz so wie eine vollkommen unversehrte zu entleeren und funktioniert nach den bisherigen Beobachtungen 5 bis 20 Minuten, dann hört das Ausströmen gänzlich auf. Wird nun die Kapsel in Wasser gebettet, so beginnt nach kurzer Zeit das Ausströmen wieder.

---

[1] Bei diesen Versuchen kann die Abdichtung vorteilhaft mit gelbem Vaselin durchgeführt werden.

3. Werden bei einer Spermatophore die äußere und die mittlere Wandschichte, soweit einfache mechanische Mittel es erlauben, möglichst entfernt[1] und befindet sich die so hergerichtete Kapsel an der Luft, so bleibt die Entleerung beinahe gänzlich aus. Kaum begonnen, hört sie wieder auf. Wird aber dann die Kapsel mit Wasser umgeben, so entleert sie sich wie die einer unversehrten Spermatophore[2].

4. Eine unversehrte Spermatophore, deren Kapsel sich in gesättigter NaCl-Lösung befindet, funktioniert nach den bisherigen Beobachtungen 5 bis 20 Minuten, dann hört das Ausströmen gänzlich auf. Wird nun die Lösung entfernt und die Kapsel mit Wasser umgeben, so beginnt die Spermatophore nach einiger Zeit wieder zu funktionieren.

5. Werden wie beim 2. und 3. Versuch bei einer Spermatophore die äußere und die mittlere Wandschichte teilweise, beziehungsweise ganz entfernt und wird die so hergerichtete Kapsel der wasserentziehenden Wirkung der gesättigten NaCl-Lösung ausgesetzt, so stellt sich die Entleerung im ersten Falle nur noch während einer sehr kurzen Zeit ein, im zweiten Falle bleibt sie ganz oder beinahe ganz aus. Wird nach Entfernung der Lösung die Kapsel in Wasser gebettet, so beginnt, falls die Einwirkung der genannten Lösung nicht allzulange gedauert hat, nach einiger Zeit das Ausströmen wieder. Es vollzieht sich längere Zeit hindurch ganz langsam[3]. Die einzelnen Phasen der Bewegung des ausströmenden Strahles — die Umkehrung der Drehungsrichtung, wobei der Spermastrahl wie eine geschwungene Peitsche mannigfaltige Schleifen beschreibt, die darauffolgende Beschleunigung und schließliche Verzögerung der drehenden Bewegung des Strahles — können nun mit Leichtigkeit beobachtet werden.

Ähnlich wie der gesättigten Kochsalzlösung verhält sich die Spermatophore dem Glyzerin gegenüber.

Während sich die Spermatophore durch die genannten Eingriffe und die wasserentziehenden Mittel innerhalb weiter Grenzen exakt beeinflussen läßt, gelingt eine solche Beeinflussung durch Änderung der Temperatur nicht. Erst in der Nähe des Gefrierpunktes des Quellungswassers nimmt die Ausflußgeschwindigkeit jäh ab und das Ausströmen hört beinahe plötzlich auf. Bei darauffolgender Temperaturerhöhung aber setzt das Ausströmen fast unvermittelt mit voller Stärke wieder ein.

---

[1] Bei dieser Manipulation ist äußerste Vorsicht notwendig, da die innere Wandschichte infolge des großen Druckes, der in der Regel in der Kammer herrscht, sehr leicht birst, wobei ein Teil des Inhalts an der Bruchstelle austritt und die Spermatophore für den Versuch untauglich wird.

[2] Etwa nach dem gleichen Prinzip gebaute Spermatophoren von Wassertieren könnten demnach der äußeren und der mittleren Wandschichte entbehren, wenn die Kapsel während der Entleerung mit Wasser in Berührung käme.

[3] Dasselbe kann durch entsprechend lange Einwirkung der gesättigten NaCl-Lösung auf die Kapsel auch beim vorhergehenden Versuch erreicht werden.

Diese Versuche beweisen somit folgendes:

1. Die äußere Wandschichte dient wohl zum Schutze für die mittlere, ist aber für das Funktionieren der Spermatophore von keiner weiteren Bedeutung.

2. Die Spermatophore kann nur dann funktionieren, wenn ihr genügend Wasser zugeführt wird.

3. Unter normalen Verhältnissen liefert die mittlere Wandschichte das erforderliche Wasser.

Zahlreiche Beobachtungen haben weiter gezeigt, daß das Volumen der Kammer während der Entleerung der Spermatophore gleich bleibt. Ebensowenig erleiden die innere Wandschichte, die Spermien und die Zwischensubstanz während dieses Vorganges eine Veränderung. Anders verhalten sich die mittlere Wandschichte und der Druckkörper.

Nach der Entleerung der Spermatophore ist die mittlere Wandschichte ganz zusammengeschrumpft. Infolgedessen erscheint die äußere Wandschichte faltig, hat aber sonst keine Veränderung erfahren.

Am Druckkörper frischen Untersuchungsmaterials konnte wegen der großen Schwierigkeit der Untersuchung bisher nur zweimal eine Veränderung unter dem Mikroskop wahrgenommen werden. Beidemal wurden unzählige, winzige Tröpfchen beobachtet, die sich rasch vergrößerten und stellenweise zusammenflossen. In Dünnschnitten erscheint der Druckkörper bei gefüllten Spermatophoren als ein ziemlich kompaktes, engmaschiges Gerinnsel. Bei teilweise entleerten Spermatophoren zeigt dieses stellenweise eine auffallend lockere, blasige Beschaffenheit und löst sich hie und da bereits in überaus zarte, spärliche Flocken auf. Letztere machen beinahe den ganzen Inhalt einer sonst entleerten Spermatophore aus.

Es ergibt sich sonach die Schlußfolgerung:

Das von der mittleren Wandschichte abgegebene Wasser wird vom Druckkörper aufgenommen. Durch die Hydratation desselben und den Widerstand der semipermeablen Schichte der Kapselwand wird der Druck in der Spermatophore hervorgebracht und die Entleerung derselben herbeigeführt.

Schlußbemerkung.

Versuche über die Durchlässigkeit der inneren Wandschichte für Farbstoffe und andere chemische Verbindungen sowie über die Druckverhältnisse und den Wärmezustand der Spermatophore während der Entleerung sind gegenwärtig im Gange und werden in der abschließenden Arbeit vorgeführt werden. Die in dieser Mitteilung geschilderten Untersuchungen sind demnach noch nicht abgeschlossen. Nichtsdestoweniger kann ich schon auf Grund der bisherigen Ergebnisse behaupten:

Die Spermatophore von *Liogryllus campestris* L. ist ein ohne jedwede kontraktile Faser ganz und gar automatisch funktionierender, bestimmten physikalisch-chemischen Gesetzen unterworfener Hydratationsapparat von bewunderungswürdiger Einrichtung.

Literaturverzeichnis.

1. Baumgartner W. J., Observations on the Gryllide. IV. Copulation. Kansas Univ. Sc. Bull. V 1911.

2. Boldyrev B. Th., Über die Begattung und die Spermatophoren bei *Locustodea* und *Gryllodea*. Revue Russe d'Entom. XIII., 1913.

3. — Das Liebeswerben und die Spermatophoren bei einigen Locustodeen und Gryllodeen. Horae soc. entom. ross., T. XL., Nr. 6, 1913.

4. — Contributions a l'étude de la structure des spermatophores et des particularités de la copulation chez *Locustodea* et *Gryllodea*. Horae soc. entom. ross., T. XLI., Nr. 6, 1914.

5. Gerhardt U., Copulation und Spermatophoren von Grylliden und Locustiden. I. Zool. Jahrb. Syst. 35, 1913. II. Zool. Jahrb. Syst. 37, 1914.

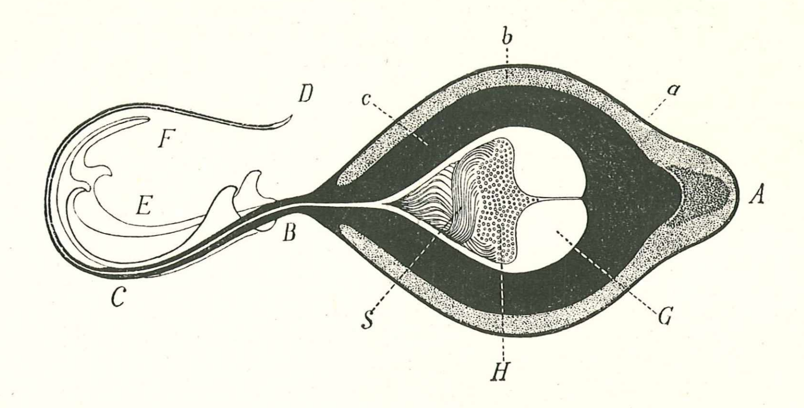
6. Jensen J. P., The structure and systematic importance of the spermatophores of crickets. Ann. entom. soc. Amer. Columbus, Vol. 4, 1911.

7. Lespés Ch., Mémoire sur les spermatophores des grillons. Ann. d. sc. natur. Zool. Sér. 4., T. III., Paris 1855.

8. — Deuxième note sur les spermatophores. Ebenda, T. IV., Paris 1855.

Weitere Literaturangaben siehe bei Boldyrev (4) und Gerhardt (5).

J. Regen, Spermatophore von *Liogryllus campestris* L.



Schematische Darstellung der Spermatophore von *Liogryllus campestris* L.; teils Ansicht, teils Schnitt.

Bei *A*	Abschlußkegel.		
AB	Kapsel in dorsaler Ansicht. Transversalschnitt.		
abc	Wand der Kapsel.		
a	äußere	Schichte der Wand.	
b	mittlere		
c	innere		
B	Hals.		
BCD	Spermaröhre in vorwiegend seitlicher Ansicht.		
BC	hinterer	Abschnitt der Spermaröhre.	
CD	vorderer		
Bei *D*	Verschluß.		
BCEF	Befestigungsapparat in vorwiegend seitlicher Ansicht.		
Bei *B*	hinterer		Teil des Befestigungsapparates.
» *E*	mittlerer		
» *F*	mittlerer Haken,	vorderer	
	etwas tiefer die beiden seitlichen Haken		
G	Druckkörper.		
H	Zwischensubstanz.		
S	Spermien.		